



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

82494

C (17) Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen 11 03 1001

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

D 21C 11/12

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	870449
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	02.02.87
(24) Alkuperäisyys - Löpdag	30.05.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	02.02.87
(44) Nähtävääsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.11.90
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	SE86/00249
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
03.06.85 SE 8502731 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Croon Inventor Aktiebolag, Riggargatan 70, Stockholm, Sverige, (SE)
2. Kignell, Jean-Erik, Backvägen 10, Upplands Väsby, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Kignell, Jean-Erik, Backvägen 10, Upplands Väsby, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä kemikaalien ja energian talteenottamiseksi
Förfarande för tillvaratagning av kemikalier och energi

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

SE B 328179 (D 21C 11/04), SE B 363651 (D 21C 11/00)

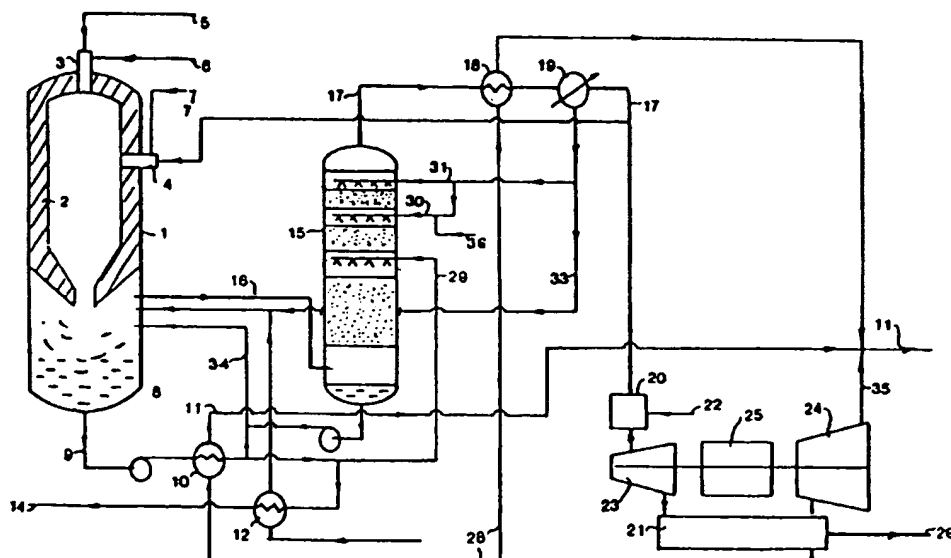
(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä kemikaalien ja energian talteenottamiseksi selluloosajätelipeistä, edullisesti paperimassan sulfaattiprosessista saadusta sulfaattimustalipeästä, joka menetelmä käsittää seuraavat kolme selvästi erottuvaa ja erillistä vaihetta: ensimmäisessä vaiheessa väkevä mustalipeä kaasutetaan paineistetussa kaasutusreaktorissa (1) nk. leimahduspyrolyysillä 700-1300°C:ssa, normaalisti 800-900°C:ssa, jolloin muodostuu energiarikasta kaasua ja jossa mustalipeän epäorgaaniset kemikaalit sisältyvät sulien suspensioiden pisaroiden muotoon, jotka koostuvat pääasiassa natriumkarbonaatista ja natriumsulfidista. Toisessa vaiheessa kaasutusreaktorista (1) tuleva kaasu jäädytetään nopeasti suoralla kosketuksella veteen ja soodalipeään, jota muodostuu, kun sulat pisarat ja rikkivety liuotetaan sammutusnesteeseen. Jäädytetty kaasu kulkee tämän jälkeen skrubberin (15) läpi. Skrubberin (15) alaosassa kaasu pestään kierrätettävällä soodali-

peillä natriumhydroksidillä (tai -karbonaattiliuoksella ja vedellä)

kaikkien kaasussa jäljellä olevien rikkien sisältävien komponenttien täydelliseksi poistamiseksi. Kolmannessa vaiheessa nyt rikittömä ja hiukkasvapaata kaasua käytetään polttoaineena höyryn kehittämiseen ja mikäli on taloudellisesti perusteltavissa, myös sähköenergian tuottamiseen.

Förfarande för tillvaratagning av kemikalier och energi ur cellulo-saavlut, företrädesvis sulfatsvartlut ur en sulfatprocess för pappersmassa innefattande följande tre distinkta och separata steg: I det första steget förgasas det koncentrerade svartlutet i en förgasningsreaktor (1) med övertryck medelst så kallad flampyrolys vid 700-1300°C, normalt vid 800-900°C, varvid energirik gas alstras och i vilken svartlutets oorganiska kemikalier ingår i form av smulna suspenderade droppar huvudsakligen innehållande natriumkarbonat och natriumsulfid. I det andra steget avkyls gasen från förgasningsreaktorn (1) snabbt genom rekt kontakt med vatten och grönlut alstrad då de smulna dropparna och svavelvätet löses i släckningsvätskan. Den avkylta gasen passerar sedan genom en gastvättare (15). I tvättarens (15) nedre sektion tvättas gasen medelst cirkulerande grönlut och i tvättarens övre sektion tvättas gasen medelst natriumhydroxid(eller -karbonat)lösning och vatten för fullständig avlägsning av alla återstående svavelhaltiga komponenter i gasen. I det tredje steget används den nu svavel- och partikelfria gasen som bränsle för att frambringa ånga och, om lönsamt, för att generera elkraft.



Menetelmä kemikaalien ja energian talteenottamiseksi

Tämä keksintö koskee menetelmää keittokemikaalien ja energian talteenottamiseksi selluloosan jätelipeistä, joita massa- ja paperiteollisuudessa saadaan.

Tämän keksinnön tavoitteena on ottaa kemikaaleja ja energiaa talteen jätelipeistä, edullisesti sulfaattiprosessin mustalipeistä, joita saadaan massa- ja paperiteollisuudessa ja erityisesti massa- ja paperiteollisuudessa, joka toimii sulfaattimenetelmän mukaisesti, jolloin erikoistavoitteena on eliminoida alalla aikaisemmin tunnetut ongelmat valtavien ja teknillisesti ja toiminnallisesti monimutkaisten polttouunien käytössä kemikaalien ja energian talteenotossa ja ilman saastuttamisessa pääasiassa rikkiä sisältävillä poistokaasuilla, ts. ottaa talteen oleellisesti kaikki jätelipeissä olevat kemikaalit ja energia tehokkaalla ja ympäristön kannalta huo- kuttelevalla tavalla.

Tässä käytetty termi jätelipeät tarkoittaa edullisesti sulfaattimustalipeää, mutta sisältää myös jätelipeät, jotka saadaan natriumbisulfaatti- ja natriumkarbonaattiprosesseista. Seuraavassa termejä jätelipeät ja sulfaattimustalipeä käytetään synonyymeinä.

Paperimassaa tuotettaessa saadaan keittolipeää, jota kutsutaan sulfaattimustalipeäksi, joka lipeä useiden liukoiksi tehtyjen orgaanisten materiaalien ohella sisältää myös kemikaaleja, joita käytetään puuraaka-aineen keittoon, ts. natriumhydroksidia ja natriumsulfidia, nyt pääasiassa natriumkarbonaatin ja natriumsulfaatin muodossa. Sulfaattimustalipeä väkevöidään yleensä ennen polttoa orgaanisen aineen energiasisällön talteenottamiseksi ja keittokemikaalien talteenottamiseksi niin kutsuttuna soodalipeänä.

Erilaisia prosesseja on ehdotettu energian ja keittokemikaalien talteenottamiseksi Tomlinsonin prosessin ollessa eräs, jossa käytetään valtavaa polttouunia, jossa höyry nostaa lämmön talteenottoa. Toinen ehdotettu prosessi on niin kutsuttu syklonipolttoprosessi, jossa orgaanisen aineen pyrolyysi ja poltto tapahtuu syklonikammiossa. Tämä viimemainittu prosessi ei kuitenkaan ole toistaiseksi saavuttanut kaupallista menestystä ja se on testattu vain koetehtaassa.

Tämän keksinnön avulla on nyt havaittu mahdolliseksi poistaa alan aikaisemmin tunnetut haitat ja kyetä ottamaan talteen olennaisesti kaikki sulfaattimustalipeässä olevat kemikaalit ja energia, ts. minimoida häviöt uudella ja hienostuneella prosessilla, jota luonnehditaan seuraavasti.

i) syötetään sulfaattimustalipeä paineistettuun kaasutusreaktoriin samalla, kun se sumutetaan ja saatetaan leimahduspyrolyysiin, jolloin muodostuu pääasiassa CO , CO_2 , H_2 , H_2S , Na_2CO_3 ja Na_2S .

ii) syötetään happea tai happea sisältävää kaasua, edullisesti jonkin matkan päästä sulfaattimustalipeän syöttökohdasta sanottuun reaktoriin endotermisten pyrolyysireaktioiden tukemiseksi polttamalla osa kaasusta, joka on muodostettu pyrolysoimalla sulfaattimustalipeässä oleva orgaaninen aine. Valinnaisesti syötetään tukipolttoainetta, kuten öljyä tai kaasua sanottuun reaktoriin, jos sitä tarvitaan lämpötasapainon ylläpitämiseen sanotun reaktorin ympärillä.

iii) ylläpidetään sanotussa reaktorissa $700-1300^\circ\text{C}$:n ja edullisesti $800-1000^\circ\text{C}$:n lämpötilaa mustalipeän orgaanisen sisällön täydellisen kaasutuksen saavuttamiseksi ja sulaneiden epäorgaanisten kemikaalien pisaroiden muodostamiseksi, jotka koostuvat pääasiassa Na_2CO_3 :sta ja Na_2S :sta.

iv) siirretään sanottu kemikaalisulate pois sanotusta reaktori-
rista nopean kaasuvirran avulla, joka on saatu sanotun kaasutuksen aikana ja jäädytetään sanottu kaasu ja kemikaalisulate pääasiassa pisaroiden muodossa vesipitoisessa sammutusliuoksessa.

v) pestään sanottu kaasu sen liukoiseksi tehtyjen epäorgaanisten kemikaalien sisällön suhteen käyttäen alkalista liuosta, kuten natriumkarbonaatti/natriumsulfidiliuosta (soodalipeä), natriumhydroksidi(tai -karbonaatti-)liuosta ja vettä sopivassa järjestyksessä sanottujen epäorgaanisten kemikaalien liuottamiseksi ja pyrolyysikaasussa olevien rikkiä sisältävien yhdisteiden mahdollisimman täydellisen absorption aikaansaamiseksi.

vi) poistetaan jäljelle jäänyt kaasu ja käytetään sitä poikkeuksellisen puhtaana polttoaineena höyryn ja/tai sähköenergian kehittämiseen edullisesti niin kutsutussa yhdistetyssä kaasuturbiini/höyryturbiinikiertojaksossa.

Muut ominaispiirteet käyvät ilmi liitteenä olevista patenttivaatimuksista.

Tässä kuvatun uuden ajatuksen avainpiirre on, että kemikaalien ja energian talteenotto väkevästä sulfaattimustalipeästä suoritetaan kolmessa selvästi erotettavassa ja erillisessä vaiheessa.

Ensimmäisessä vaiheessa väkevä mustalipeä kaasutetaan paineistetussa kaasutusreaktorissa ns. leimahduspyrolyysillä $700-1300^{\circ}\text{C}$:ssa, edullisesti $800-1000^{\circ}\text{C}$:ssa ja normaalisti $800-900^{\circ}\text{C}$:ssa, jolloin muodostuu energiarikasta kaasua, ja jossa mustalipeän epäorgaaniset kemikaalit sisällytetään sulien, suspendoitujen pisaroiden muotoon, jotka koostuvat pääasiassa natriumkarbonaatista ja natriumsulfidista.

Toisessa vaiheessa kaasutusreaktorista tuleva kaasu jäähdytetään nopeasti suoralla kosketuksella veteen ja soodalipeään, jota muodostuu, kun sulat pisarat ja rikkivety liuotetaan sammutusnesteeseen. Jäähdytetty kaasu kulkee tämän jälkeen skrubberin läpi. Skrubberin alaosassa kaasu pestään kierrätetyllä soodalipeällä ja skrubberin yläosassa kaasu pestään natriumhydroksidi(tai -karbonaatti-)liuoksella ja vedellä kaikkien kaasussa jäljellä olevien, rikkiä sisältävien komponenttien täydelliseksi poistamiseksi.

Kolmannessa vaiheessa nyt rikki- ja hiukkasvapaata kaasua käytetään polttoaineena höyryn kehittämiseen ja jos on taloudellisesti perusteltavissa, myös sähköenergian tuotantoon.

Suorittamalla edellä kuvatun prosessin ensimmäiset vaiheet korotetussa paineessa, kuten tasolla n. 300-15000 kPa, edullisesti 1000-10 000 kPa ja edullisemmin 3000-5000 kPa, saavutetaan seuraavat pääedut, nimittäin:

- suppea prosessilaitteisto, jolla on suuri tuotantokapasiteetti, mikä johtaa pieniin investointikustannuksiin sulfaattilipeän tuotantoyksikköä kohti,
- kaasun fysikaalisen lämpösisällön talteensaanti prosessihöyrynä, kun jäähdytetään kaasu kaasutuslämpötilasta, 800 - 900°C:sta kyllästyslämpötilaan valitussa paineessa, joka esim. 4000 kPa:ssa kohoaa n. 200°C:een. Tässä lämpötilassa voidaan kehittää 300-800 kPa:n paineista höyryä, kun jäähdytetään kierrätettävä soodalipeä ja jäähdytetään kaasu ja kondensoidaan sen vesihöyrysisältö alavirtaan skrubbaustornista,
- kaasun hyväksikäyttö höyryn ja sähkön erittäin tehokkaaseen tuotantoon esim. niin kutsutussa yhdistetyssä kaasuturbiini/höyryturbiinikiertojaksossa, jolla voidaan saavuttaa n. 50 %:n sähkösaanto,
- jos kaasun voimakkaasta pesusta huolimatta pieni määrä rikkiyhdisteitä pääsisi skrubbaustornin läpi, nämä yhdisteet konvertoidaan täydellisesti SO₂:ksi seuraavassa polttovaihees-

sa, mikä eliminoi pahalle haisevat H_2S - ja merkaptaanipäästöt poistokaasuista.

Teoreettiset tutkimukset (Henry, R.E. ja Fauske, H.K., Trans. Asme., J. HT Trans. 101(2):280, toukokuu 1979) osoittavat, että sulate/vesiräjähdykset vältetään, jos paine on yli 900 kPa.

Tätä keksintöä kuvataan yksityiskohtaisemmin seuraavassa viitaten liitteenä olevaan piirrokseseen, joka esittää keksinnön toteuttamiseen tarkoitetun laitteistokokoonpanon juoksukaviota.

Numero 1 tarkoittaa kaasutusreaktoria, joka on verhottu tulenkestoisella materiaalilla. Reaktori 1 on varustettu sulfaattimustalipeän syöttöputkella 3. Poltin 4 on järjestetty valinnaista lämmön syöttöä varten. Lipeää syötetään putken 5 kautta ja sumuttavaa kaasua (höyryä) syötetään putken 6 kautta. Happea tai happea sisältävää kaasua syötetään putken 7 kautta, joka on yhdistetty reaktoriin 1 polttimen 4 kautta. Reaktorikammio avautuu alaspäin sammutusvesikammioon 8, josta johtaa pohjapoistoputki 9. Tämä poistoputki 9 kulkee höyrygeneraattorin 10 läpi, jossa tapahtuu lämmönvaihto. Kehitettyä höyryä käytetään prosessikaasuna muualla ja se poistetaan putken 11 kautta. Soodalipeää sisältävä poistoputki 9 johtaa soodalipeän massaprosessiin 14 lämmönvaihtimen 12 kautta, jossa lämmitetään tuore sisääntuleva syöttövesi, tai johtaa soodalipeän skrubberiin 15, sen alaosaan ja/tai johtaa soodalipeän takaisin sammutuskammioon 8. Sammutuskammion 8 poistoputki 16 johtaa kaasun, joka on pääasiassa CO , H_2 , H_2S , CO_2 ja H_2O , skrubberiin 15. Puhdistettu kaasu poistuu skrubberista 15 sen huipulta putken 17 kautta, joka johtaa lisähöyrygeneraattorin 18 kautta lauhduttimeen 19 kaasussa olevan veden poistamiseksi, joka kaasu syötetään polttokammioon 20 ja jossa oleva CO ja H_2 poltetaan CO_2 :ksi ja H_2O :ksi ilman avulla, jota lisätään putken 22 kautta. Syntyneet poistokaasut siirretään kaasuturbiiniin 23, jossa kaasu paisutetaan hieman il-

makehän paineen yläpuolelle ja sanottu kaasua jäähdytetään sitten jätelämpökattilassa 27 tulistetun korkeapainehöyryn tuottamiseksi, joka on yhteydessä vastapainehöyryturbiiniin 24. Sanotut turbiinit 23 ja 24 on yhdistetty generaattoriin 25, jolla tuotetaan sähköä. Savupiippu 26 huolehtii lopulta jäljellä olevasta poistokaasusta (CO_2 ja H_2O). Höyrygeneraattorissa 18 tuotettua höyryä käytetään prosessihöyrynä ja kattilan syöttövesi syötetään tällöin putken 28 kautta ja se on normaalisti höyrykondensaatin muodossa. Soodalipeä syötetään putken 29 kautta skrubberin 15 alaosaan. Vettä joka on varustettu Na_2CO_3 :lla tai NaOH :lla 36, syötetään skrubberin 15 ylemmän kolmanneksen alaosaan putken 30 kautta. Käytetty vesi on edullisesti lauhduttimesta 19 tuleva kondensaatti. Skrubberin 15 yläosaan syötetään vettä edullisesti lauhduttimesta 19 tulevan kondensaatin muodossa putken 31 kautta. Polttokaasu johdetaan niin vaadittaessa sivuvirtana pois putkesta 17 polttimen 3 syöttöön. Lauhduttimesta 19 tuleva kondensaattivesi voidaan myös syöttää sammutuskammioon 8 putken 33 kautta. Skrubberissa 15 saatu soodalipeä kierrätetään takaisin sammutuskammioon 8 putken 34 kautta. Höyryturbiinin poistoputki 35 on järjestetty syöttämään prosessihöyryä 11.

Vaihe 1 - Kaasutus

Väkevää sulfaattimustalipeä ruiskutetaan sumutussuuttimen 2 läpi, joka sijaitsee tulenkestoisella aineella verhotun kaasutusreaktorin 1 yläosassa. Riippuen sumutussuuttimen 3 tyypistä höyryä, typpeä (tai muuta inerttiä kaasua) tai painetta voidaan käyttää mustalipeän vaaditun dispergoitumisen saavuttamiseen. Sumutussuuttimen sijoitusta voidaan kuitenkin myös vaihdella ja se voidaan edullisesti sijoittaa tietylle etäisyydelle reaktorin huipulta esim. pystysuoran vaipan seinämän läpi ja se voi koostua esitetyllä tavalla myös useista suuttimista.

Ilmaa, happea tai happirikasteista ilmaa voidaan käyttää kaasutusväliaineena. Kun sulfaattimustalipeän pisaroita ruiskutetaan reaktoriin, niille tapahtuu nk. leimahduspyrolyysi, joka on endoterminen prosessi. Vaaditun reaktiolämmön aikaansaamiseksi ja lämpötilan ylläpitämiseksi reaktorissa yllä esitetyllä tavalla, mikä on välttämätöntä mustalipeän orgaanisen sisällön konvertoimiseksi täydellisesti kaasuksi, happea tai ilmaa lisätään kaasutusreaktoriin 1. Happi tai ilma on lisättävä sillä tavoin, että mustalipeän pisaroiden pyrolyysin aikana muodostunut vety ja hiilimonoksidi reagoivat hapen kanssa ennen kuin viime mainitulla on ollut aikaa päästä kosketukseen pyrolysoitujen pisaroiden kanssa ja hapettaa niiden sulfidisisältö sulfaatiksi tai tiosulfaatiksi. Lämpötasapainon ylläpitämiseksi kaasutusreaktorin 1 ympärillä saatetaan vaatia jonkin verran esim. öljyn tai kierrätetyn pyrolyysikaasun täydentävää polttamista. Tällaista tukipolttoa vaaditaan kuitenkin aina aloitus- ja lopetusoperaatioiden aikana.

Orgaanisen aineen täydellisen konversion kaasuksi saavuttamiseksi, joka kaasu koostuu pääasiassa vedystä, hiilimonoksidista, hiilidioksidista, vesihöyrystä ja rikkivedystä (ja mahdollisesti myös typestä) lämpötilaa välillä 800-1000^oC vaaditaan kaasutusreaktorin poistokohdassa. Tässä lämpötilassa rikki ja natrium sisältyvät suliiin pisaroihin pääasiassa natriumkarbonaatin ja natriumsulfidin muodossa. Nämä pisarat törmäävät osittain reaktorin seinämiin ja muodostavat alaspäin valuvan kalvon, joka suuren kaasunnopeuden avulla siirtyy kaasuttimen alapuolelle asennettuun sammutuskammioon 8.

Tulenkestoisella aineella verhottu reaktori 1 voi olla varustettu sisäänrakennetuilla jäähdytyskeloilla (ei esitetty), joilla seinämän lämpötilaa säädetään siten, että jähmettyneen sulatteen suojaava kerros muodostuu tulenkestoiselle seinämälle. Jos toisaalta olisi mahdollista löytää tulenkestoinen materiaali, jolla on riittävä sulatteen kestäkyky, voidaan

valita reaktorimalli, jossa ei ole jäähdytyskeloja.

Vaihe 2 - Kaasun jäähdytys ja kemikaalien skrubbaus/talteenotto

Kaasutusreaktorin poistoputkessa 16 kaasua sen mukana kulkeutuneine suline pisaroineen jäähdytetään nopeasti suoralla kosketuksella veteen ja soodalipeään, jota muodostuu, kun pisarat ja rikkivety liukenevat sammutusveteen. Jäähdytyksen pääosa tapahtuu sen seurauksena, että osa sammutusnesteestä tai se kokonaan haihtuu. Kaasun ja sammutusnesteen välinen kosketukseen saattaminen voidaan toteuttaa eri tavoin, esim. johtamalla kaasua vesiloukun kastoputken läpi, ruiskuttamalla jäähdytysneste kaasuvirtaan tai näiden menetelmien yhdistelmällä.

Lämpötilaa jäähdytys- ja skrubbausvaiheessa hallitsee valittu käyttöpaine ja se on verrannollinen kyllästetyn höyryn lämpötilaan tässä paineessa. Esimerkiksi 4000 kPa:n tasapainopaineessa jäähdytys/skrubbausvaiheessa voidaan odottaa n. 200⁰ C:n tasapainolämpötilaa.

Alavirtaan sammutuskammiosta 8 olevassa skrubberissa 15 kaasua pestään pohjaosassa kierrätettävällä soodalipeällä. Skrubberin yläosassa kaasua pestään ensin natriumkarbonaatti- tai natriumhydroksidiliuoksella ja lopuksi vedellä kaikkien kaasussa jäljellä olevien, rikkiä sisältävien yhdisteiden täydelliseksi poistamiseksi. Regeneroiva prosessi kaasumaisten rikkiyhdisteiden absorboimiseksi tai desorboimiseksi, kuten amiinipesu voi muodostaa vaihtoehdon rikittömän kaasun tuottamiseksi.

Korkean käyttöpaineen ja vastaavan korkean lämpötilan tuloksena jäähdytys- ja skrubbauskiertojaksossa absorboitu lämpö voidaan ottaa talteen höyrygeneraattoreissa 10, 18 kondensoi-

mallalla sammutuskammiossa 8 haihdutettu vesi (lämmönvaihtimessa 18) ja uuttamalla fysikaalinen lämpö kierrätettävästä soodalipeästä (lämmönvaihtimessa 10). Höyry voidaan kehittää noin 500 kPa:n paineessa, mikä tekee sen sopivaksi prosessihöyryksi massa- ja paperitehtaassa. Koko systeemin vesitasapainon ylläpitämiseksi täydennysvettä (esim. kondensaattia mustalipeän haihdutuksesta) lisätään sen veden kompensoimiseksi, joka on poistettu systeemistä soodalipeänä. Lämmön talteenottotarkoituksessa täydennysvesi tulee esilämmittää lämmönvaihtimessa 12 soodalipeän poistovirtaa vastaan.

Skrubberista 15 tulevan kaasun halutun vesihöyrysisällön lopulliseksi säätämiseksi kaasu jäädytetään alavirtaan höyrygeneraattorista 18 jäädytysvedellä lämmönvaihtimessa. Kondensaatti ohjataan takaisin sammutuskammioon 8 ja skrubberiin 15.

Vaihe 3 - Energian talteenotto

Vaikka jonkin verran lämmön talteenottoa tapahtui edellisessä vaiheessa höyrygeneraattoreissa 10, 18, pääosa energian talteenotosta suoritetaan kolmannessa vaiheessa, jossa käytetään hyväksi kaasun kemiallista energiaa. Rikiton ja olennaisesti vedetön kaasu, joka on nyt saatavissa n. 3500 kPa:n paineessa ja n. 100°C:n lämpötilassa, muodostaa erinomaisen polttoaineen höyryn ja/tai sähkön kehittämiseen. Johtuen kaasun äärimmäisestä puhtaudesta höyryn ja sähkön tuotantolaitokset 20, 23, 24 voivat perustua yksinkertaisiin ja halpoihin rakenteisiin ja niillä voidaan saavuttaa erittäin korkea energiahyötysuhde. Taloudellisesti tehokkain tapa käyttää hyväksi kaasua on kehittää sähköä ja vastapainehöyryä yhdistetyssä kaasuturbiini/höyryturbiinikiertojaksossa, joka toimii seuraavasti.

Kaasu poltetaan ilmalla paineen alaisena polttokammiossa 20, josta poistokaasu siirtyy kaasuturbiiniin 23, joka on yhdistetty sähkögeneraattoriin 25. Turbiinin 23 poistokaasu, joka poistuu korkeassa lämpötilassa, siirtyy sitten jätelämpökattilaan 21, joka kehittää korkeapaineista tulistettua höyryä.

Höyryä käytetään vastapainehöyryturbiinin 24 käynnissä pitämiseen, joka on liitetty samalle akselille kuin yllä mainittu kaasuturbiini 23, mikä lisää sähkön tuotantoa. Höyryturbiinin 24 vastapaine on valittu sopimaan poistetun höyryn käyttöön prosessihöyrynä. Tällaisella järjestyksellä voidaan saavuttaa 92-93 %:n kokonaisenergiahyötysuhde ja energiatuotannosta jopa 50 % voidaan saada sähkönä. Tämä johtaa merkittävästi suurempaan sähkön kokonaissaantoon jätelipeän energiasta kuin mitä nykyään saadaan tavanomaisessa prosessissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kemikaalien ja energian talteenottamiseksi selluloosajätelipeistä, edullisesti paperimassan sulfaattiprosessista saadusta sulfaattimustalipeästä, tunnettu siitä, että

- i) syötetään jätelipeää paineistettuun kaasutusreaktoriin samalla, kun se sumutetaan ja saatetaan leimahduspyrolyysiin, jolloin muodostuu pääasiassa CO, CO₂, H₂, H₂S, Na₂CO₃ ja Na₂S,
- ii) syötetään happea tai happea sisältävää kaasua endotermisten pyrolyysireaktioiden ylläpitämiseksi polttamalla osa kaasusta, joka muodostettiin sanotussa lipeässä olevan epäorgaanisen aineksen pyrolyysillä,
- iii) ylläpidetään sanotussa reaktorissa vähintään 700°C:n lämpötilaa jätelipeän orgaanisen sisällön täydellisen kaasutuksen saavuttamiseksi ja pisaroiden muodostamiseksi sulatuista epäorgaanisista kemikaaleista, jotka koostuvat pääasiassa Na₂CO₃:sta ja Na₂S:sta,
- iv) siirretään sanottu kemikaalien sulate pois sanotusta reaktorista nopean kaasuvirtauksen avulla, joka on saatu sanotun kaasun ja kemikaalien sulatteen sanotun kaasutuksen ja jäähtyksen aikana, joka sulate on pääasiassa pisaroiden muodossa, suoralla kosketuksella vesipitoiseen sammutusnesteseen,
- v) pestään sanottu kaasua sen kemikaalisisällön suhteen käyttäen alkalista liuosta sanottujen kemikaalien liuottamiseen ja rikkiä sisältävien yhdisteiden poistoon pyrolyysikaasusta ja
- vi) poistetaan jäljelle jäänyt kaasua ja käytetään sitä polttoaineena höyryn ja/tai sähköenergian kehittämiseen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lämpötila reaktorissa on korkeintaan 1 300°C.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lämpötila reaktorissa on 800 - 1 000°C ja edullisesti 800-900°C.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että paine reaktorissa on 300 - 15 000 kPa, edullisesti 1 000 - 10 000 kPa ja edullisemmin 3 000 - 5 000 kPa.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lämpötila systeemin kaasunpuhdistimessa ja energian talteenottovaiheessa on 120-300°C ja edullisesti 150-200°C.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että alkalinen pesuliuos sisältää natriumkarbonaattia, natriumhydroksidia ja/tai natriumkarbonaatin ja natriumsulfidin seosta.
7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sanottu kaasu pestään lopuksi vedellä.
8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että höyry ja sähkö kehitetään nk. kaasuturbiini/höyryturbiinikiertojaksossa.
9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että tukipolttoainetta, kuten öljyä tai kaasua, syötetään tarvittaessa sanottuun reaktoriin lämpötasapainon ylläpitämiseksi sanotun reaktorin ympärillä.
10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sanottu polttoaine on prosessista tulevaa kierätettyä pyrolyysikaasua.
11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hapen tai happea sisältävän kaasun syöttäminen tapahtuu tietyltä etäisyydeltä pisteestä, josta jätelipeää syötetään sanottuun reaktoriin.

Patentkrav

1. Förfarande för utvinning av kemikalier och energi från cellulosaavfallslutar, företrädesvis svartlut erhållen i en pappersmassasulfatprocess, kännetecknat av att
 - i) man inför avfallsluten i en trycksatt förgasningsreaktor under atomisering och utsätter den för en flash-pyrolys under huvudsaklig bildning av CO , CO_2 , H_2 , H_2S , Na_2CO_3 och Na_2S ,
 - ii) man inför syre eller syreinnehållande gas för att stödja de endoterma pyrolysreaktionerna genom förbränning av del av gasen, som bildats vid pyrolysen av det organiska materialet, som föreligger i nämnda lut,
 - iii) man upprätthåller i nämnda reaktor en temperatur av minst 700°C för uppnående av fullständig förgasning av det organiska innehållet i avfallsluten, och för att bilda droppar av smälta, oorganiska kemikalier, huvudsakligen omfattande Na_2CO_3 och Na_2S ,
 - iv) man förflyttar nämnda smälta av kemikalier ut ur reaktorn medelst det snabba gasflöde som erhållits under nämnda förgasning och kylning av nämnda gas och smälta av kemikalier, vilken smälta föreligger huvudsakligen i form av droppar genom direktkontakt med en vattenhaltig kylvätska,
 - v) man tvättar gasen med avseende på dess innehåll av kemikalier medelst en alkalisk lösning för upplösning av nämnda kemikalier, och för avlägsnande av svavelinnehållande föreningar från pyrolysgasen, och
 - vi) man avlägsnar återstående gas och använder den som bränsle för generering av ånga och/eller elektrisk kraft.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att temperaturen i reaktorn är upp till $1\ 300^\circ\text{C}$.
3. Förfarande enligt patentkrav 1 och 2, kännetecknat av att temperaturen i reaktorn är $800 - 1\ 000^\circ\text{C}$, företrädesvis $800-900^\circ\text{C}$.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att trycket i reaktorn är 300 - 15 000, företrädesvis 1 000 - 10 000, mera företrädesvis 3 000 - 5 000 kPa.
5. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att temperaturen i gastvätt och energiutvinningen i systemet är 120-300°C och lämpligen 150-200°C.
6. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att den alkaliska tvättlösningen omfattar natriumkarbonat, natriumhydroxid, och/eller en blandning av natriumkarbonat och natriumsulfid.
7. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att nämnda gas slutligen tvättas med vatten.
8. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att ånga och elektricitet genereras i en så kallad gasturbin/-ångturbincykel.
9. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att stödbränsle, såsom olja eller gas, införes i nämnda reaktor, om så behövs, för att bibehålla värmebalansen runt nämnda reaktor.
10. Förfarande enligt patentkrav 9, kännetecknat av att nämnda bränsle utgöres av recirkulerad pyrolysgas från processen.
11. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att införandet av syre eller syrehaltig gas sker på visst avstånd från införspunkten av avfallsluten till nämnda reaktor.

